

### **Procédé et installation de coulée continue directe d'une bande métallique.**

L'invention concerne la coulée continue des métaux. Plus précisément, elle concerne la coulée continue de bandes métalliques de faible épaisseur directement à partir de métal liquide selon le procédé de coulée entre cylindres, ou, de manière générale, entre des parois refroidies en défilement.

Le procédé de coulée entre cylindres consiste à couler une bande métallique, par exemple d'acier au carbone, d'acier inoxydable, d'alliage Fe-Ni, Fe-Si ou d'autres alliages ferreux ou non ferreux, par solidification de métal liquide sur les parois latérales cylindriques de deux cylindres en rotation en sens inverses refroidis intérieurement. Deux « peaux » solidifiées se forment sur ces parois et on le fait se rejoindre sensiblement au niveau du « col », c'est à dire de l'endroit où l'intervalle entre les parois est le plus faible et sensiblement égal à l'épaisseur de la bande que l'on désire couler (de l'ordre de 1 à 10mm, généralement 3 à 5mm).

Dans ce nombreux cas, la bande solidifiée issue des cylindres de coulée subit ensuite un laminage à chaud en une ou plusieurs étapes, au moyen d'une ou de plusieurs cages de laminoir disposées en ligne avec les cylindres de coulée. C'est seulement après ce laminage à chaud (et d'éventuelles autres opérations métallurgiques, tels que des réchauffages et/ou des refroidissements contrôlés) que la bande est bobinée pour être ensuite expédiée au client ou à d'autres stations de traitement telles qu'une ligne de laminage à froid.

Le laminage à chaud effectué en ligne permet d'obtenir des bandes minces d'acier (et d'alliage ferreux en général) bobinées, ayant une épaisseur proche de l'épaisseur finale désirée pour le produit, sans qu'il soit nécessaire de réaliser cette faible épaisseur directement en sortie des cylindres (où les épaisseurs inférieures à 3mm environ sont difficiles à réaliser). Il permet aussi d'affiner et d'homogénéiser la microstructure de la bande.

On a intérêt à ce que le taux de réduction lors du laminage à chaud soit aussi élevé que possible. Toutefois, on est, dans la pratique, limité à cet égard notamment par la calamine qui se forme à la surface de la bande entre sa sortie des cylindres et son entrée dans le laminoir, à cause de l'oxydation de la surface par l'atmosphère ambiante.

Un remède à cette limitation est d'installer entre les cylindres et le laminoir une enceinte d'inertage dans laquelle on maintient une atmosphère neutre ou réductrice, pauvre en oxygène. La présence de cette enceinte

complique cependant sensiblement la fabrication et l'exploitation de l'installation de coulée continue. Et même avec une telle enceinte d'inertage, il est difficile de dépasser un taux de réduction de 50% environ, à moins d'augmenter le coût de construction de l'installation dans des proportions qui annuleraient les avantages économiques de la filière « coulée de produits minces » par rapport aux filières de production classiques.

Le but de l'invention est de proposer un procédé et une installation de coulée continue de bandes minces donnant accès dans des conditions économiques avantageuses à des taux de réduction très élevés lors du laminage à chaud en ligne.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de coulée continue directe d'une bande métallique selon lequel on coule ladite bande par solidification de métal liquide dans une lingotière à parois mobiles refroidies et on effectue un laminage à chaud en ligne de ladite bande, caractérisé en ce qu'on envoie sur la surface de la bande, à sa sortie de la lingotière un produit laissant subsister une couche lubrifiante sur ladite surface au moment où la bande est laminée à chaud et causant un dégagement gazeux contribuant à protéger ladite surface de l'oxydation.

Ladite couche lubrifiante peut être un matériau carboné.

Ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante peut alors être du graphite.

Ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante peut être une graisse contenant du carbonate de calcium.

Ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante peut être de l'acétylène.

Le laminage à chaud peut être effectué avec un taux de réduction d'au moins 50%.

Ledit métal liquide peut être un alliage ferreux.

L'invention a également pour objet une installation de coulée continue directe d'une bande mince métallique, du type comportant une lingotière à parois mobiles refroidies où a lieu la solidification de ladite bande et une installation de laminage à chaud en ligne de ladite bande solidifiée, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour envoyer sur la surface de ladite bande à sa sortie de

la lingotière un produit laissant subsister sur ladite surface une couche lubrifiante à l'entrée de l'installation de laminage à chaud.

Lesdites parois mobiles peuvent être les parois latérales de deux cylindres en rotation en sens contraires.

Lesdites parois mobiles peuvent être deux bandes en défilement.

L'installation peut comporter un caisson d'inertage de ladite bande entre la sortie de la lingotière et l'entrée de l'installation de laminage à chaud.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à envoyer sur la surface de la bande sortant des cylindres de coulée d'un produit (initialement à l'état solide, liquide ou gazeux) qui doit laisser subsister une couche lubrifiante sur la surface de la bande jusqu'à l'entrée de la bande dans la cage du laminoir à chaud. L'effet de lubrification lors de ce laminage permet de réaliser en une seule passe des taux de réduction égaux ou supérieurs à 50%.

Bien entendu, il est envisageable de faire suivre cette passe de laminage d'une ou de plusieurs autres (éventuellement séparées par des réchauffages ou refroidissements intermédiaires).

Dans ces conditions, il est envisageable de parvenir à des bandes bobinées d'une épaisseur de 1,5 à 1mm, voire moins, en partant de bandes coulées d'une épaisseur de 3 à 5mm en sortie des cylindres, donc conformes à la pratique la plus habituelle en la matière. Les produits laminés à chaud ainsi obtenus peuvent même, dans certains cas, être substituables à des produits de même épaisseur dont l'obtention a nécessité un laminage à froid. En tout cas, la possibilité de réaliser un taux de réduction très élevé lors du laminage à chaud donne accès à de nouvelles possibilités métallurgiques tirant parti des bandes fortement corroyées ainsi obtenues.

L'obtention de ces taux de réduction très élevés dans des conditions de qualité de surface des bandes satisfaisantes n'est envisageable que si la surface de ladite bande est exempte ou pratiquement exempte de calamine au moment du laminage. De ce point de vue, l'invention est également particulièrement avantageuse. En effet, la couche de produit destinée à former le lubrifiant agit comme une couche protectrice contre l'oxydation atmosphérique. D'autre part, un craquage du produit, au moment de son application sur la bande et dans les moments qui suivent, a pour résultat la formation de gaz qui vont servir à inerte la surface de la bande en diminuant drastiquement la concentration en oxygène à son voisinage. Si on utilise une enceinte d'inertage, ces gaz vont y demeurer et participer eux-mêmes à l'inertage, ce qui permet de

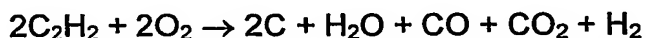
diminuer les quantités de gaz neutre ou réducteur introduites. Dans les cas les plus favorables, il est même possible de se passer de l'enceinte d'inertage, le dégagement gazeux issu du produit chauffé et décomposé par la chaleur de la surface de la bande s'avérant suffisant pour assurer la faible concentration en oxygène désirée au voisinage de la surface de la bande.

Dans la pratique, la bande sortant des cylindres met quelques secondes à arriver jusqu'au laminoir à chaud en ligne, et se trouve à une température de l'ordre de 950 à 1050°C. Le produit doit donc présenter des caractéristiques telles qu'il puisse subsister sous une forme efficace, par exemple sous forme d'une matière carbonée, sur la surface de la bande entrant dans le laminoir, et qu'il puisse produire des gaz protecteurs, du fait de son craquage, au moins dans les instants qui suivent la sortie de la bande des cylindres. C'est dans ces instants que la bande est la plus chaude, et donc que le risque de formation de la calamine est le plus élevé. En l'absence d'enceinte d'inertage, il est préférable que ce craquage puisse se poursuivre jusqu'au laminoir à chaud. La nature du produit et la quantité déposée sur chaque face de la bande doivent être choisies en conséquence.

Parmi les produits pouvant être utilisés dans le cadre de l'invention, on peut citer la poudre de graphite, ou une graisse contenant jusqu'à 50% de carbonate de calcium. Du fait de sa viscosité relativement élevée, ce dernier type de produit peut être particulièrement adapté à l'enduction de la bande, notamment dans les portions de son parcours où elle est verticale, ou sur son côté extradors, lors de sa progression dans la machine.

De manière générale, un produit laissant subsister après son craquage un résidu carboné sur la surface de la bande prête à être laminée peut être utilisé avantageusement.

Une manière d'obtenir ce résidu carboné peut, par exemple, consister à insuffler de l'acétylène sur la surface de la bande. Sa combustion selon la réaction



produit du graphite qui constitue alors la couche lubrifiante que l'invention vise à obtenir. Cette réaction produit également de l'hydrogène qui rend l'atmosphère réductrice.

L'invention a été décrite dans le cadre de son application à la coulée de bandes minces métalliques entre deux cylindres. Mais il est aussi envisageable de l'expliquer avec profit à d'autres types d'installations de coulées de bandes minces, par exemple à des coulées de bandes minces d'épaisseur

relativement élevée, de l'ordre de 5 à 10mm, entre deux bandes refroidies en défilement.

## **REVENDICATIONS**

1. Procédé de coulée continue directe d'une bande métallique selon lequel on coule ladite bande par solidification de métal liquide dans une lingotière à parois mobiles refroidies et on effectue un laminage à chaud en ligne de ladite bande, caractérisé en ce qu'on envoie sur la surface de la bande, à sa sortie de la lingotière un produit laissant subsister une couche lubrifiante sur ladite surface au moment où la bande est laminée à chaud et causant un dégagement gazeux contribuant à protéger ladite surface de l'oxydation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite couche lubrifiante est un matériau carboné.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante est du graphite.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante est une graisse contenant du carbonate de calcium.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit produit laissant subsister une couche lubrifiante est de l'acétylène.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le laminage à chaud est effectué avec un taux de réduction d'au moins 50%.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit métal liquide est un alliage ferreux.

8. Installation de coulée continue directe d'une bande mince métallique, du type comportant une lingotière à parois mobiles refroidies où a lieu la solidification de ladite bande et une installation de laminage à chaud en ligne de ladite bande solidifiée, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens pour envoyer sur la surface de ladite bande à sa sortie de la lingotière un produit laissant subsister une couche lubrifiante sur ladite surface à l'entrée de l'installation de laminage à chaud.

9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que lesdites parois mobiles sont les parois latérales de deux cylindres en rotation en sens contraires.

10. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que lesdites parois mobiles sont deux bandes en défilement.

11. Installation selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisée en ce qu'elle comporte un caisson d'inertage de ladite bande entre la sortie de la lingotière et l'entrée de l'installation de laminage à chaud.

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B22D11/06 B21B1/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B22D B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/166653 A1 (YAMAMURA ET AL.) 14 November 2002 (2002-11-14) page 3, paragraph 37 - paragraph 38 page 4, paragraph 45 page 30, paragraph 378 page 30, paragraph 382; figure 31	1-11
A	WO 96/01710 A (IPSCO INC) 25 January 1996 (1996-01-25) page 7, line 28 - line 36; claims 25,26; figure 1 page 18, line 05 - line 10	1-11
A	WO 96/01708 A (IPSCO INC) 25 January 1996 (1996-01-25) page 12, line 35 - page 13, line 08; claims 51,52; figure 1	1-11
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2004

Date of mailing of the international search report

28/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lombois, T



C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 027 587 A (GIBBS RUSSELL KEITH ET AL) 22 February 2000 (2000-02-22) column 6, line 19 - line 31; figure 1	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 January 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 230182 A (NIPPON STEEL CORP), 22 August 2000 (2000-08-22) Twin roll caster using lubricating material applied on END SURFACES abstract	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6 April 2001 (2001-04-06) -& JP 2000 351014 A (KAWASAKI STEEL CORP), 19 December 2000 (2000-12-19) abstract	1-11

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002166653	A1	14-11-2002	JP 2001321895 A	20-11-2001
			JP 2001353559 A	25-12-2001
			JP 3422979 B2	07-07-2003
			JP 2002103064 A	09-04-2002
			JP 2002113558 A	16-04-2002
			JP 2002113559 A	16-04-2002
			JP 2002113557 A	16-04-2002
			JP 2002239766 A	28-08-2002
			AU 5671201 A	20-11-2001
			CA 2377876 A1	15-11-2001
			EP 1281458 A1	05-02-2003
			WO 0185369 A1	15-11-2001
WO 9601710	A	25-01-1996	AU 2783695 A	09-02-1996
			AU 2783795 A	09-02-1996
			AU 2783895 A	09-02-1996
			AU 2877495 A	09-02-1996
			AU 2877595 A	09-02-1996
			WO 9601707 A1	25-01-1996
			WO 9601708 A1	25-01-1996
			WO 9601709 A1	25-01-1996
			WO 9601710 A1	25-01-1996
WO 9601708	A	25-01-1996	AU 2783695 A	09-02-1996
			AU 2783795 A	09-02-1996
			AU 2783895 A	09-02-1996
			AU 2877495 A	09-02-1996
			AU 2877595 A	09-02-1996
			WO 9601707 A1	25-01-1996
			WO 9601708 A1	25-01-1996
			WO 9601709 A1	25-01-1996
			WO 9601710 A1	25-01-1996
US 6027587	A	22-02-2000	AU 694990 B2	06-08-1998
			AU 7063394 A	24-01-1995
			WO 9501459 A1	12-01-1995
			CN 1128051 A	31-07-1996
			JP 8512094 T	17-12-1996
			NZ 267938 A	27-05-1998
JP 2000230182	A	22-08-2000	NONE	
JP 2000351014	A	19-12-2000	NONE	

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 B22D11/06 B21B1/46

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 B22D B21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2002/166653 A1 (YAMAMURA ET AL.) 14 novembre 2002 (2002-11-14) page 3, alinéa 37 - alinéa 38 page 4, alinéa 45 page 30, alinéa 378 page 30, alinéa 382; figure 31	1-11
A	WO 96/01710 A (IPSCO INC) 25 janvier 1996 (1996-01-25) page 7, ligne 28 - ligne 36; revendications 25,26; figure 1 page 18, ligne 05 - ligne 10	1-11
A	WO 96/01708 A (IPSCO INC) 25 janvier 1996 (1996-01-25) page 12, ligne 35 - page 13, ligne 08; revendications 51,52; figure 1	1-11
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lombois, T

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 027 587 A (GIBBS RUSSELL KEITH ET AL) 22 février 2000 (2000-02-22) colonne 6, ligne 19 - ligne 31; figure 1 -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 janvier 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 230182 A (NIPPON STEEL CORP), 22 août 2000 (2000-08-22) Twin roll caster using lubricating material applied on END SURFACES abrégé -----	1-11
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 15, 6 avril 2001 (2001-04-06) -& JP 2000 351014 A (KAWASAKI STEEL CORP), 19 décembre 2000 (2000-12-19) abrégé -----	1-11

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2002166653	A1	14-11-2002	JP 2001321895 A	20-11-2001
			JP 2001353559 A	25-12-2001
			JP 3422979 B2	07-07-2003
			JP 2002103064 A	09-04-2002
			JP 2002113558 A	16-04-2002
			JP 2002113559 A	16-04-2002
			JP 2002113557 A	16-04-2002
			JP 2002239766 A	28-08-2002
			AU 5671201 A	20-11-2001
			CA 2377876 A1	15-11-2001
			EP 1281458 A1	05-02-2003
			WO 0185369 A1	15-11-2001
WO 9601710	A	25-01-1996	AU 2783695 A	09-02-1996
			AU 2783795 A	09-02-1996
			AU 2783895 A	09-02-1996
			AU 2877495 A	09-02-1996
			AU 2877595 A	09-02-1996
			WO 9601707 A1	25-01-1996
			WO 9601708 A1	25-01-1996
			WO 9601709 A1	25-01-1996
			WO 9601710 A1	25-01-1996
			WO 9601711 A1	25-01-1996
WO 9601708	A	25-01-1996	AU 2783695 A	09-02-1996
			AU 2783795 A	09-02-1996
			AU 2783895 A	09-02-1996
			AU 2877495 A	09-02-1996
			AU 2877595 A	09-02-1996
			WO 9601707 A1	25-01-1996
			WO 9601708 A1	25-01-1996
			WO 9601709 A1	25-01-1996
			WO 9601710 A1	25-01-1996
			WO 9601711 A1	25-01-1996
US 6027587	A	22-02-2000	AU 694990 B2	06-08-1998
			AU 7063394 A	24-01-1995
			WO 9501459 A1	12-01-1995
			CN 1128051 A	31-07-1996
			JP 8512094 T	17-12-1996
			NZ 267938 A	27-05-1998
JP 2000230182	A	22-08-2000	AUCUN	
JP 2000351014	A	19-12-2000	AUCUN	